

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: **Takenori GOTO**

Serial No.: **Not Yet Assigned**

Filed: **June 26, 2001**

For: **NITRIDE BASED SEMICONDUCTOR LASER DEVICE AND METHOD OF  
FABRICATING THE SAME**

JC997 U.S. PTO  
09/888419  
06/26/01

#2 | Priority  
Paper  
11-21-01  
R. Stulen

**CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

June 26, 2001

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

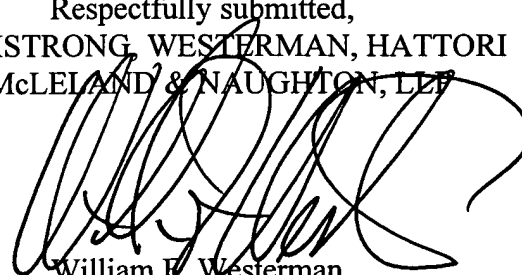
**Japanese Appln. No. 2000-194097, filed June 28, 2000**

In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicant has complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully submitted,  
ARMSTRONG, WESTERMAN, HATTORI  
MCLELAND & NAUGHTON, LLP



William F. Westerman  
Reg. No. 29,988

Atty. Docket No.: 010802  
Suite 1000, 1725 K Street, N.W.  
Washington, D.C. 20006  
Tel: (202) 659-2930  
Fax: (202) 887-0357  
WFW/ll

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

JC997 U.S. PTO  
09/888419  
06/26/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 6月28日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-194097

出 願 人

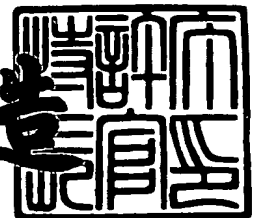
Applicant(s):

三洋電機株式会社

2001年 5月18日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3041421

【書類名】 特許願

【整理番号】 NBA1001013

【提出日】 平成12年 6月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 33/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社  
社内

【氏名】 後藤 壮謙

【特許出願人】

【識別番号】 000001889

【氏名又は名称】 三洋電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100098305

【弁理士】

【氏名又は名称】 福島 祥人

【電話番号】 06-6330-5625

【選任した代理人】

【識別番号】 100109438

【弁理士】

【氏名又は名称】 大月 伸介

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 032920

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0006012

特 2 0 0 0 - 1 9 4 0 9 7

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 窒化物系半導体レーザ素子およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 導電性を有する透明基板の一方の面上に窒化物系半導体層が形成されてなる窒化物系半導体レーザ素子であって、前記透明基板の他方の面上に第 1 導電型の第 1 のオーミック電極が形成されるとともに前記窒化物系半導体層上に第 2 導電型の第 2 のオーミック電極が形成され、前記第 1 および第 2 のオーミック電極の少なくとも一方が前記窒化物系半導体レーザ素子の共振器長方向における前後の向きを識別可能な形状または配置で形成されたことを特徴とする窒化物系半導体レーザ素子。

【請求項 2】 前記第 1 のオーミック電極と前記第 2 のオーミック電極とが異なる形状を有することを特徴とする請求項 1 記載の窒化物系半導体レーザ素子。

【請求項 3】 前記第 1 のオーミック電極と前記第 2 のオーミック電極とが同一形状を有することを特徴とする請求項 1 記載の窒化物系半導体レーザ素子。

【請求項 4】 前記第 2 のオーミック電極が前記窒化物系半導体層において前記第 1 のオーミック電極形成領域の上方の領域と異なる領域上に配置されたことを特徴とする請求項 3 記載の窒化物系半導体レーザ素子。

【請求項 5】 前記透明基板は窒化ガリウムまたは炭化珪素からなることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の窒化物系半導体レーザ素子。

【請求項 6】 前記窒化物系半導体層はガリウム、アルミニウム、インジウム、ホウ素およびタリウムの少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の窒化物系半導体レーザ素子。

【請求項 7】 前記第 1 および第 2 のオーミック電極の少なくとも一方が前記共振器長方向における中心点を通りかつ共振器長方向における垂直な線に関して非対称であることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の窒化物系半導体レーザ素子。

【請求項 8】 導電性の透明基板上に窒化物系半導体層を形成する工程と、前記透明基板の他方の面の所定領域上に第 1 導電型の第 1 のオーミック電極を

形成するとともに、前記窒化物系半導体層に第 2 導電型の第 2 のオーミック電極を形成する工程と、

前記透明基板を前記窒化物系半導体層とともに分割することにより端面を形成して共振器を形成する工程と、

前記端面に誘電体膜を形成する工程とを備え、

前記第 1 および第 2 のオーミック電極の少なくとも一方を、共振器長方向における前後の向きが識別可能な形状または配置で形成することを特徴とする窒化物系半導体レーザ素子の製造方法。

【請求項 9】 前記第 1 のオーミック電極と前記第 2 のオーミック電極とを異なる形状で形成することを特徴とする請求項 8 記載の窒化物系半導体レーザ素子の製造方法。

【請求項 10】 前記第 1 のオーミック電極と前記第 2 のオーミック電極とを同一形状で形成することを特徴とする請求項 8 記載の窒化物系半導体レーザ素子の製造方法。

【請求項 11】 前記第 2 のオーミック電極を前記窒化物系半導体層において前記第 1 のオーミック電極形成領域の上方の領域と異なる領域上に配置することを特徴とする請求項 10 記載の窒化物系半導体レーザ素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、窒化ガリウム (Ga N)、炭化珪素 (S i C) 等からなる導電性を有する透明基板を用いて作製された窒化物系半導体レーザ素子およびその製造方法に関する。

【0002】

なお、この場合においては、B N (窒化ホウ素)、Ga N (窒化ガリウム)、Al N (窒化アルミニウム)、I n N (窒化インジウム) もしくは T l N (窒化タリウム) またはこれらの混晶等の III - V 族窒化物系半導体を窒化物系半導体と呼ぶ。

【0003】

## 【従来の技術】

図12は、導電性を有する透明なGaN基板上に窒化物系半導体層が形成されてなる従来のGaN系半導体レーザ素子の構造を示す模式的な透視斜視図である。

## 【0004】

図12に示す半導体レーザ素子は、導電性を有する透明なGaN基板51上にn-AlGaNクラッド層52、n-GaN光ガイド層53、MQW活性層54、p-GaNキャップ層55、p-GaN光ガイド層56、p-AlGaNクラッド層57が順に積層されてなる。このp-AlGaNクラッド層57にリッジ部50が形成されている。p-AlGaNクラッド層57の平坦部上にn-AlGaN電流ブロック層58が形成され、さらに、このn-AlGaN電流ブロック層58上およびリッジ部50のp-AlGaNクラッド層57上にp-GaNコンタクト層59が形成されている。

## 【0005】

GaN基板51の上面全体にn電極60が形成されており、また、p-GaNコンタクト層59の所定領域上にp電極61が形成されている。

## 【0006】

このような半導体レーザ素子においては、共振器長方向の両方の端面に、1層または複数の層からなる誘電体膜（図示せず）が形成されている。半導体レーザ素子にこのような誘電体膜を形成する目的としては、以下の2点があげられる。

## 【0007】

誘電体膜を形成する目的の一つは、半導体レーザ素子の共振器長方向の端面を保護することである。すなわち、誘電体膜を端面保護膜として作用させることにより、共振器長方向の端面において露出した各層の酸化を防止する。

## 【0008】

誘電体膜を形成する他の目的は、誘電体膜の層数および厚さを調整することにより、半導体レーザ素子の共振器長方向の各端面における反射率を調整することである。それにより、半導体レーザ素子において所望の素子特性を得ることができる。

【 0 0 0 9 】

例えば、共振器長方向の各端面に形成する誘電体膜において、レーザ光の出射側の端面（以下、前端面と呼ぶ）の反射率が低くかつこれと反対側の端面（以下、後端面と呼ぶ）の反射率が高くなるように誘電体膜の層数および厚さを調整する。それにより、前端面からの出射光量を増大させることが可能となり、半導体レーザ素子の高出力化が図られる。

【 0 0 1 0 】

【発明が解決しようとする課題】

上記のように、半導体レーザ素子においては、前端面および後端面において反射率の異なる誘電体膜が形成されている。したがって、このような半導体レーザ素子を用いた半導体レーザ装置においては、半導体レーザ素子を正常に動作させるために、半導体レーザ素子を前後正しい向きでサブマウント等に配置して装置を組み立てる必要がある。

【 0 0 1 1 】

しかしながら、図 1 2 に示すように、従来の半導体レーザ素子においては前後の向きを識別することが困難であり、識別に時間を要する。このため、このような半導体レーザ素子を用いた半導体レーザ装置においては、組み立て工程における歩留まりが低く、また、組み立て工程における作業効率も低くなる。その結果、半導体レーザ装置の製造効率が低くなるとともに製造コストが上昇する。

【 0 0 1 2 】

本発明の目的は、共振器長方向における前後の向きの識別が容易に可能な窒化物系半導体レーザ素子およびその製造方法を提供することである。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

本発明に係る窒化物系半導体レーザ素子は、導電性を有する透明基板の一方の面上に窒化物系半導体層が形成されてなる窒化物系半導体レーザ素子であって、透明基板の他方の面上に第 1 導電型の第 1 のオーミック電極が形成されるとともに窒化物系半導体層上に第 2 導電型の第 2 のオーミック電極が形成され、第 1 および第 2 のオーミック電極の少なくとも一方が窒化物系半導体レーザ素子の共振



器長方向における前後の向きを識別可能な形状または配置で形成されたものである。

【 0 0 1 4 】

本発明に係る窒化物系半導体レーザ素子においては、第 1 および第 2 のオーミック電極の少なくとも一方が窒化物系半導体レーザ素子の共振器長方向における前後の向きを識別可能な形状または配置で形成されている。したがって、このような窒化物系半導体レーザ素子においては、第 1 および／または第 2 のオーミック電極の形状または配置に基づいて、共振器長方向における素子の前後の向きを容易にかつ正確に識別することが可能となる。

【 0 0 1 5 】

ここで、第 1 および第 2 のオーミック電極の両方が素子の前後を識別可能な形状または配置に形成された窒化物系半導体レーザ素子においては、透明基板側から観察した場合に第 1 のオーミック電極の形状または配置を直接確認することができる。したがって、この場合においては第 1 のオーミック電極の形状または配置に基づいて、素子の前後の向きを容易にかつ正確に識別できる。また、この素子を窒化物系半導体層側から観察した場合には第 2 のオーミック電極の形状または配置を直接確認することができる。したがって、この場合においては、第 2 のオーミック電極の形状または配置に基づいて、素子の前後の向きを容易にかつ正確に識別できる。

【 0 0 1 6 】

以上のように、第 1 および第 2 のオーミック電極の両方が素子の前後を識別可能な形状または配置に形成された窒化物系半導体素子においては、透明基板側および窒化物系半導体層側のいずれの側から観察した場合においても、素子の前後の向きを容易にかつ正確に識別することができる。

【 0 0 1 7 】

一方、第 1 のオーミック電極のみが素子の前後の向きを識別可能な形状または配置に形成された窒化物系半導体レーザ素子においては、透明基板側から観察した場合に第 1 のオーミック電極の形状または配置を直接確認することができる。したがって、この場合においては、第 1 のオーミック電極の形状または配置に基

づいて、素子の前後の向きを容易にかつ正確に識別できる。また、このような素子を窒化物系半導体層側から観察した場合には、第1のオーミック電極を直接確認することはできないが、窒化物系半導体層および透明基板が透明であるため、反対側（透明基板側）に形成された第1のオーミック電極を透明基板および窒化物系半導体層を透過して見ることができる。このため、窒化物系半導体層側から観察した場合においても、第1のオーミック電極の形状または配置を確認することができる。

【0018】

また、第2のオーミック電極のみが素子の前後の向きを識別可能な形状または配置に形成された窒化物系半導体素子においては、窒化物系半導体側から観察した場合に第2のオーミック電極の形状または配置を直接確認することができる。したがって、この場合においては、第2のオーミック電極の形状または配置に基づいて、素子の前後の向きを容易にかつ正確に識別できる。また、このような素子を透明基板側から観察する場合には、第2のオーミック電極を直接観察することはできないが、窒化物系半導体層および透明基板が透明であるため、反対側（窒化物系半導体層側）に形成された第2のオーミック電極を透明基板および窒化物系半導体層を透過して見るることができる。このため、透明基板側から観察した場合においても、第2のオーミック電極の形状または配置を確認することができる。

【0019】

以上のように、第1または第2のオーミック電極の一方のみが素子の前後の向きを識別可能な形状または配置で形成された窒化物系半導体素子においては、透明基板側および窒化物系半導体層側のいずれの側から観察した場合においても、素子の前後の向きを容易にかつ正確に識別することができる。

【0020】

上記のような本発明に係る窒化物系半導体レーザ素子を半導体レーザ装置に用いる場合においては、前述のように素子の前後の向きを容易にかつ正確に識別することが可能であることから、素子を正しい向きに配置して装置を組み立てることができる。このため、半導体レーザ装置の組み立て工程時における歩留まりが

向上する。また、この場合においては、素子の前後の向きの識別に時間がかからないため、半導体レーザ装置の組み立て工程におけるタクトタイムを短縮することができ、組み立て工程における作業効率が向上する。

【 0 0 2 1 】

したがって、本発明に係る窒化物系半導体レーザ素子を用いた半導体レーザ装置においては、製造効率の向上化が図られるとともに製造コストの低減化が図られる。

【 0 0 2 2 】

第 1 のオーミック電極と第 2 のオーミック電極とが異なる形状を有してもよい。この場合においては、第 1 および／または第 2 のオーミック電極の形状に基づいて素子の前後の識別を容易にかつ正確に行うことが可能になり、さらに、第 1 および第 2 のオーミック電極の形状に基づいて窒化物系半導体レーザ素子の裏表を識別することが可能となる。したがって、このような窒化物系半導体レーザ素子を半導体レーザ装置に用いることにより、半導体レーザ装置の製造効率の向上がさらに図られるとともに、製造コストの低減化がさらに図られる。

【 0 0 2 3 】

第 1 のオーミック電極と第 2 のオーミック電極とが同一形状を有してもよい。さらに、第 2 のオーミック電極が窒化物系半導体層において第 1 のオーミック電極形成領域の上方の領域と異なる領域上に配置されてもよい。この場合においても、第 1 および／または第 2 のオーミック電極の形状に基づいて素子の前後の識別を容易にかつ正確に行うことが可能になる。

【 0 0 2 4 】

特に、第 2 のオーミック電極が窒化物系半導体層において第 1 のオーミック電極形成領域の上方の領域と異なる領域上に配置される場合においては、第 1 および第 2 のオーミック電極の配置に基づいて、さらに素子の裏表を識別することが可能となる。したがって、このような窒化物系半導体レーザ素子を半導体レーザ装置に用いることにより、半導体レーザ装置の製造効率の向上がさらに図られるとともに、製造コストの低減化がさらに図られる。

【 0 0 2 5 】

透明基板は窒化ガリウムまたは炭化珪素からなってもよい。また、窒化物系半導体層はガリウム、アルミニウム、インジウム、ホウ素およびタリウムの少なくとも一つを含んでもよい。

【 0 0 2 6 】

第 1 および第 2 のオーミック電極の少なくとも一方が共振器長方向における中心点を通りかつ共振器長方向における垂直な線に関して非対称であってもよい。この場合、第 1 および／または第 2 のオーミック電極が素子の前後において異なる形状を有するので、第 1 および／または第 2 のオーミック電極の形状に基づいて素子の前後の向きを識別することが可能となる。

【 0 0 2 7 】

本発明に係る窒化物系半導体レーザ素子の製造方法は、導電性の透明基板上に窒化物系半導体層を形成する工程と、透明基板の他方の面の所定領域上に第 1 導電型の第 1 のオーミック電極を形成するとともに、窒化物系半導体層に第 2 導電型の第 2 のオーミック電極を形成する工程と、透明基板を窒化物系半導体層とともに分割することにより端面を形成して共振器を形成する工程と、端面に誘電体膜を形成する工程とを備え、第 1 および第 2 のオーミック電極の少なくとも一方を、共振器長方向における前後の向きが識別可能な形状または配置で形成するものである。

【 0 0 2 8 】

本発明に係る窒化物系半導体レーザ素子の製造方法においては、電極形成工程において、第 1 および第 2 のオーミック電極の少なくとも一方を窒化物系半導体レーザ素子の共振器長方向における前後の向きを識別可能な形状または配置で形成する。その後、誘電体膜形成工程において、第 1 および／または第 2 のオーミック電極の形状または配置に基づく共振器長方向の前後の向きに従って、共振器長方向の前端面および後端面に反射率の異なる誘電体膜をそれぞれ形成する。

【 0 0 2 9 】

このように、上記の窒化物系半導体レーザ素子の製造方法においては、第 1 および／または第 2 のオーミック電極の形状または配置に基づく共振器長方向の前後の向きに従って前端面および後端面に反射率の異なる誘電体膜をそれぞれ形成

する。このため、誘電体膜形成工程においては、前端面および後端面にそれぞれ最適な反射率を有する誘電体膜を効率よく高い歩留まりで形成することができる。

【0030】

ところで、上記の窒化物系半導体レーザ素子の方法においては、電極形成工程において、第1および第2のオーミック電極の少なくとも一方を窒化物系半導体レーザ素子の共振器長方向における前後の向きを識別可能な形状または配置で形成する。このため、このような方法により形成された窒化物系半導体レーザ素子においては、第1および/または第2のオーミック電極の形状または配置に基づいて、共振器長方向における素子の前後の向きを容易にかつ正確に識別することが可能となる。

【0031】

このように、上記の方法によれば、共振器長方向における素子の前後の向きを容易にかつ正確に識別可能な窒化物系半導体レーザ素子を形成することが可能となる。

【0032】

ここで、上記の方法により形成した窒化物系半導体レーザ素子を半導体レーザ装置に用いた場合においては、前述のように素子の前後の向きを容易にかつ正確に識別することが可能であることから、素子を正しい向きに配置して装置を組み立てることができる。このため、半導体レーザ装置の組み立て工程時における歩留まりが向上する。また、この場合においては、素子の前後の向きの識別に時間がかからないため、半導体レーザ装置の組み立て工程におけるタクトタイムを短縮することができ、組み立て工程における作業効率が向上する。

【0033】

したがって、上記の窒化物系半導体レーザ素子の製造方法によれば、半導体レーザ装置の製造効率の向上を図ることが可能になるとともに、半導体レーザ装置の製造コストの低減化を図ることが可能となる。

【0034】

第1のオーミック電極と第2のオーミック電極とを異なる形状で形成してもよ

い。このような方法により製造された窒化物系半導体レーザ素子においては、第1および/または第2のオーミック電極の形状に基づいて素子の前後の識別を容易にかつ正確に行うことが可能になり、さらに、第1および第2のオーミック電極の形状に基づいて窒化物系半導体レーザ素子の裏表を識別することが可能となる。したがって、このような方法により製造された窒化物系半導体レーザ素子を半導体レーザ装置に用いることにより、半導体レーザ装置の製造効率の向上がさらに図られるとともに、製造コストの低減化がさらに図られる。

#### 【0035】

第1のオーミック電極と第2のオーミック電極とを同一形状で形成してもよい。さらに、第2のオーミック電極を窒化物系半導体層において第1のオーミック電極形成領域の上方の領域と異なる領域上に配置してもよい。このような方法により製造された窒化物系半導体レーザ素子においては、第1および/または第2のオーミック電極の形状に基づいて素子の前後の識別を容易にかつ正確に行うことが可能になる。

#### 【0036】

特に、第2のオーミック電極を窒化物系半導体層において第1のオーミック電極形成領域の上方の領域と異なる領域上に配置する場合においては、第1および第2のオーミック電極の配置に基づいて、さらに素子の裏表を識別することが可能となる。したがって、このような方法により製造された窒化物系半導体レーザ素子を半導体レーザ装置に用いることにより、半導体レーザ装置の製造効率の向上がさらに図られるとともに、製造コストの低減化がさらに図られる。

#### 【0037】

##### 【発明の実施の形態】

図1は、本発明に係る窒化物系半導体レーザ素子の第1の例を示す模式的な透視斜視図である。

#### 【0038】

図1に示すように、半導体レーザ素子500は、Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>、SiC等からなる導電性の透明基板100上に、n-AlGa<sub>0.3</sub>Nクラッド層11、n-GaN光ガイド層12、多重量子井戸(MQW)構造を有するMQW活性層13、p-GaN

キャップ層 1 4、 $p$ -Ga $N$ 光ガイド層 1 5、 $p$ -AlGa $N$ クラッド層 1 6 が順に積層されてなる。この  $p$ -AlGa $N$ クラッド層 1 6 にストライプ状のリッジ部 1 9 が形成されている。一方、 $p$ -AlGa $N$ クラッド層 1 6 の平坦部上には  $n$ -AlGa $N$ 電流ブロック層 1 7 が形成されている。この  $n$ -AlGa $N$ 電流ブロック層 1 7 上およびリッジ部 1 9 の  $p$ -AlGa $N$ クラッド層 1 6 上に  $p$ -Ga $N$ コンタクト層 1 8 が形成されている。

#### 【0039】

以上のように、上記の半導体レーザ素子 5 0 0 はストライプ構造を有する。

透明基板 1 0 0 の結晶成長面と反対側の面（以下、裏面と呼ぶ）には、リッジ部 1 9 下方のストライプ領域 1 9 a 全体を被覆するとともに、このストライプ領域 1 9 a の一部を含む四角形状の領域を被覆するように  $n$  電極 1 が形成されている。

#### 【0040】

この場合、 $n$  電極 1 の四角形状の部分は、透明基板 1 0 0 の共振器長方向のほぼ中央に配置されている。したがって、端面 A 側のストライプ領域 1 9 a の面積と端面 B 側のストライプ領域の面積とがほぼ等しくなっている。

#### 【0041】

一方、 $p$ -Ga $N$ コンタクト層 1 8 上においては、リッジ部 1 9 上方のストライプ領域 1 9 a 全体を被覆するとともに、このストライプ領域 1 9 a の一部を含む四角形状の領域を被覆するように  $p$  電極 2 が形成されている。

#### 【0042】

この場合、 $p$  電極 2 の四角形状の領域は端面 A 側に寄った位置に形成されている。したがって、端面 A 側のストライプ領域 1 9 a の面積が端面 B 側のストライプ領域 1 9 a の面積に比べて小さくなっている。

#### 【0043】

このように、上記の半導体レーザ素子 5 0 0 においては、 $n$  電極 1 および  $p$  電極 2 が異なる形状を有しており、さらに、 $p$  電極 2 が共振器長方向において非対称な形状を有する。

#### 【0044】

なお、通常、ストライプ構造を有する半導体レーザ素子においては、ストライプ領域 1 9 a 全体に均一に電流を注入するために、本例のようにストライプ領域 1 9 a 全体を被覆するように n 電極 1 および p 電極 2 が形成されている。なお、後述する例のように、何らかの理由によりストライプ領域 1 9 a の端部近傍に n 電極が形成されない場合もある。

## 【 0 0 4 5 】

上記の半導体レーザ素子 5 0 0 においては、共振器長方向における端面 A がレーザ光の出射面であり、この端面 A には反射率の低い誘電体膜（図示せず）が形成されている。そこで、この場合においては、端面 A を共振器長方向における前端面（以下、前端面と呼ぶ）とし、端面 A 側を半導体レーザ素子 5 0 0 の前側とする。

## 【 0 0 4 6 】

一方、共振器長方向における他方の端面 B には反射率の高い誘電体膜（図示せず）が形成されている。そこで、この場合においては、端面 B を共振器長方向における後端面（以下、後端面と呼ぶ）とし、端面 B 側を半導体レーザ素子 5 0 0 の後ろ側とする。

## 【 0 0 4 7 】

したがって、上記の半導体レーザ素子 5 0 0 においては、p 電極 2 の四角形状の領域が配置されている側、すなわち p 電極 2 においてストライプ領域 1 9 a の面積が小さい側が素子の前側に相当し、また、p 電極 2 においてストライプ領域 1 9 a の面積が大きい側が素子の後ろ側に相当する。

## 【 0 0 4 8 】

上記の半導体レーザ素子 5 0 0 においては、前端面に低反射率の誘電体膜が形成されるとともに後端面に高反射率の誘電体膜が形成されている。このため、このような半導体レーザ素子 5 0 0 においては、前端面からの出射光量が増大し、高出力化を図ることが可能となる。

## 【 0 0 4 9 】

図 2 は、n 電極 1 および p 電極 2 の位置関係を示すための模式的な平面図である。図 2 ( a ) は、半導体レーザ素子 5 0 0 を p - G a N コンタクト層 1 8 側か



ら観察した場合の図であり、図2（b）は、半導体レーザ素子500を透明基板100の裏面側から観察した場合の図である。

【0050】

なお、図2（a）および（b）において、2本の破線で囲まれた領域は、リッジ部19の上方および下方のストライプ領域19aを示している。また、図中の斜線部分は、透明基板100および各層11～18を透過して見える反対側の電極部分を示している。

【0051】

上記の半導体レーザ素子500においては、各層11～18および透明基板100が透明であり、また、n電極1およびp電極2が異なる位置に形成されている。このため、図2（a）に示すように、p-GaNコンタクト層18側から半導体レーザ素子500を観察した場合においては、p電極2を直に観察することができるとともに、反対側すなわち透明基板100の裏面側に形成されたn電極1の所定部分を各層11～18および透明基板100を透過して観察することができる。

【0052】

なお、この場合に観察されるn電極1の所定部分とは、p電極2の形状と一致していないn電極1の部分、すなわちp電極形成領域からはみ出したn電極1の部分のことである。ここでは、端面B側においてn電極1の一部が観察される。

【0053】

一方、図2（b）に示すように、透明基板100の裏面側から半導体レーザ素子500を観察した場合においては、n電極1を直に観察することができるとともに、反対側すなわちp-GaNコンタクト層18側に形成されたp電極2の所定部分を透明基板100および各層11～18を透過して観察することができる。

【0054】

なお、この場合に観察されるp電極2の所定部分とは、n電極1の形状と一致していないp電極2の部分、すなわちn電極形成領域からはみ出したp電極2の部分のことである。ここでは、端面A側においてp電極2の一部が観察される。

## 【 0 0 5 5 】

前述のように、上記の半導体レーザ素子 5 0 0 においては、p 電極 2 の四角形状の部分が片寄って配置された側（端面 A 側）が素子の前側であり、他方の側（端面 B 側）が素子の後ろ側である。

## 【 0 0 5 6 】

このような半導体レーザ素子 5 0 0 を p - G a N コンタクト層 1 8 側から観察した場合においては、図 2（a）に示すように、p 電極 2 の四角形状の部分が片寄って配置されている側を直に確認することができる。また、この場合においては、p 電極 2 が配置されていない領域において反対側に形成された n 電極 1 を透過して見ることで、このことから p 電極 2 が片寄って配置されている側を確認することができる。

## 【 0 0 5 7 】

以上のように、半導体レーザ素子 5 0 0 を p - G a N コンタクト層 1 8 側から観察した場合においては、p 電極 2 の四角形状の部分が片寄って配置されている側、すなわち素子の前側を、容易に識別することができる。したがって、素子の前後の向きを容易にかつ正確に識別することが可能となる。

## 【 0 0 5 8 】

また、半導体レーザ素子 5 0 0 を透明基板 1 0 0 の裏面側から観察した場合においては、図 2（b）に示すように、反対側に形成された p 電極 2 を透過して見ることで、p 電極 2 が片寄って配置された側を確認することができる。このため、この場合においても、p 電極 2 の四角形状の部分が片寄って配置されている側、すなわち素子の前側を、容易に識別することができる。したがって、素子の前後の向きを、容易にかつ正確に識別することが可能となる。

## 【 0 0 5 9 】

このように、上記の半導体レーザ素子 5 0 0 においては、p - G a N コンタクト層 1 8 側および透明基板 1 0 0 の裏面側のいずれの側から観察した場合においても、n 電極 1 および p 電極 2 の形状および形成位置に基づいて、素子の前後の向きを容易にかつ正確に識別することが可能となる。

## 【 0 0 6 0 】

さらに、半導体レーザ素子500においては、n電極1およびp電極2の形状が異なることから、これらの電極1、2の形状に基づいて、素子の裏表を容易に識別することが可能となる。

【0061】

上記の半導体レーザ素子500の作製時には、まず、透明基板100上に各層11～18を成長させる。その後、エッチング法またはリフトオフ法により、n電極1およびp電極2を前述の形状で前述の位置に形成する。なお、n電極1およびp電極2を形成する順序は任意である。

【0062】

この場合のn電極1は、Ti膜、Al膜およびTi膜がこの順で積されてなるか、Ti膜およびAl膜がこの順で積されてなるか、Ni膜、Ti膜およびAu膜がこの順で積層されてなるか、Ti膜、Pt膜およびAu膜がこの順で積層されてなる。

【0063】

一方、この場合のp電極2は、Ni膜からなるか、Ti膜、Pt膜およびAu膜がこの順で積層されてなるか、Pd膜、Pt膜およびAu膜がこの順で積層されてなるか、Ni膜、Au膜、Ti膜およびAu膜がこの順で積層されてなるか、Ni膜およびAu膜がこの順で積層されてなるか、Ni膜、Pt膜およびAu膜がこの順で積層されてなる。

【0064】

なお、上記のn電極1を形成する材料とp電極2を構成する材料との組み合わせは任意である。

【0065】

以上のようにして互いに形状の異なるn電極1およびp電極2を互いにずれた位置に形成した後、へき開により透明基板100とともに各層11～18を分割する。それにより、端面Aおよび端面Bを露出させ共振器を作製する。さらに、この端面A、Bに、それぞれ適した反射率を有する誘電体膜を形成する。

【0066】

誘電体膜は、例えばSiO<sub>2</sub>膜、TiO<sub>2</sub>膜等を複数積層することにより形成

する。このような誘電体膜においては、誘電体膜を構成する膜の種類、誘電体膜を構成する膜の層数および厚さを調整することにより反射率の調整を行う。この場合においては、前述のように、前端面となる端面 A に低反射率の誘電体膜を形成し、後端面となる端面 B に高反射率の誘電体膜を形成する。

## 【 0 0 6 7 】

ここで、この場合においては、電極形成工程において前述のように形状の異なる n 電極 1 および p 電極 2 をずれた位置に形成しているので、n 電極 1 および p 電極 2 の形状および形成位置に基づいて素子の前後の向きを容易に識別することができる。したがって、誘電体膜形成工程においては、各端面 A, B に適した反射率を有する誘電体膜を効率よくかつ高い歩留まりで形成することが可能となる。

## 【 0 0 6 8 】

このようにして誘電体膜を形成した後、へき開等により透明基板 1 0 0 とともに各層 1 1 ~ 1 8 を分割し、個々の半導体レーザ素子 5 0 0 に分離する。

## 【 0 0 6 9 】

最後に、上記のようにして作製した半導体レーザ素子 5 0 0 をサブマウント等に配置して装置の組み立てを行い、半導体レーザ装置を形成する。

## 【 0 0 7 0 】

ここで、上記の半導体レーザ素子 5 0 0 においては、前述のように、透明基板 1 0 0 の裏面側および p - G a N コンタクト層 1 8 側のいずれの側から観察した場合においても、n 電極 1 および p 電極 2 の形成位置に基づいて素子の前後の向きを容易にかつ正確に識別することが可能である。

## 【 0 0 7 1 】

このため、このような半導体レーザ素子 5 0 0 を用いた半導体レーザ装置においては、半導体レーザ素子 5 0 0 の前後の向きを容易にかつ正確に識別し、これを正しい向きでサブマウント等に配置して装置の組み立てを行うことが可能となる。したがって、半導体レーザ装置の組み立て工程における歩留まりが向上する。

## 【 0 0 7 2 】

また、この場合においては、素子の前後の向きの識別に時間がかからないため、組み立て工程におけるタクトタイムを短縮することが可能である。それにより、半導体レーザ装置の組み立て工程における作業効率が向上する。

## 【0073】

以上のことから、上記の半導体レーザ素子500を用いた半導体レーザ装置においては、製造効率の向上が図られるとともに、製造コストの低減化が図られる。

## 【0074】

図3は、本発明に係る半導体レーザ素子の第2の例を示す模式的な透視斜視図である。図3に示す半導体レーザ素子501は、以下の点を除いて、図1に示す半導体レーザ素子500と同様の構造を有する。

## 【0075】

図3に示すように、半導体レーザ素子501においては、透明基板100の裏面に凸型形状を有するn電極3が形成されている。なお、この場合においては、ストライプ領域19aの端部近傍にn電極3が形成されていない。

## 【0076】

ここで、本例の半導体レーザ素子501においては、n電極3の突出部が形成された端面A側が素子の前側（レーザ光の出射面側）に相当し、n電極3の幅の広い部分が形成された端面B側が素子の後ろ側（出射面側と対向する側）に相当する。

## 【0077】

一方、p-GaNコンタクト層18上には、ストライプ領域19a全体を被覆するとともに、このストライプ領域19aの一部を含む四角形状の領域を被覆するようにp電極4が形成されている。このp電極4においては、素子の前後方向における区別はない。

## 【0078】

このように、本例の半導体レーザ素子501においては、n電極3およびp電極4が異なる形状を有するとともに、n電極3が共振器長方向において非対称な形状を有する。

【0079】

なお、n電極3およびp電極4の材料については、n電極1およびp電極2の材料と同様である。

【0080】

図4は、半導体レーザ素子501におけるn電極3とp電極4との位置関係を示すための模式的な平面図である。図4(a)は、図2(a)の場合と同様、半導体レーザ素子501をp-GaNコンタクト層18側から観察した場合の図である。また、図4(b)は、図2(b)の場合と同様、半導体レーザ素子501を透明基板100の裏面側から観察した場合の図である。

【0081】

上記の半導体レーザ素子501においては、各層11～18および透明基板100が透明であり、また、n電極3およびp電極4の形状が異なっている。このため、図4(a)に示すように、半導体レーザ素子501をp-GaNコンタクト層18側から観察した場合には、p電極4を直に観察することができるとともに、反対側すなわち透明基板100の裏面側に形成されたn電極3の所定部分（図中の斜線部分）を各層11～18および透明基板100を透過して観察することができる。

【0082】

なお、この場合に観察されるn電極3の所定部分とは、p電極4の形状と一致していないn電極3の部分、すなわちp電極形成領域からはみ出したn電極3の部分である。ここでは、端面A側においてn電極3の突出部の一部が観察されるとともに、端面B側においてn電極3の幅の広い部分の一部が観察される。

【0083】

一方、図4(b)に示すように、半導体レーザ素子501を透明基板基板100の裏面側から観察した場合には、n電極3を直に観察することができるとともに、反対側すなわちp-GaNコンタクト層18側に形成されたp電極4の所定部分（図中の斜線部分）を透明基板100および各層11～18を透過して観察することができる。

【0084】

なお、この場合に観察される p 電極 4 の所定部分とは、n 電極 3 の形状と一致していない p 電極 4 の部分、すなわち n 電極形成領域からはみ出した p 電極の部分である。ここでは、ストライプ領域 19a の端部近傍において p 電極 4 を観察することができるとともに、端面 A 側において p 電極の一部を観察することができる。

## 【0085】

前述のように、上記の半導体レーザ素子 501 においては、凸型形状を有する n 電極 3 の突出部が形成されている側（端面 A 側）が素子の前側に相当し、かつ n 電極 3 の幅の広い部分が形成されている側（端面 B 側）が素子の後ろ側に相当する。

## 【0086】

このような半導体レーザ素子 501 においては、図 4（b）に示すように、透明基板 100 の裏面側から観察した際に、n 電極 3 の突出部側、すなわち素子の前側を直接確認することができる。したがって、n 電極 3 の形状に基づいて、素子の前後の向きを容易にかつ性格に識別することが可能である。

## 【0087】

さらに、半導体レーザ素子 501 においては、図 4（a）に示すように、p-GaN コンタクト層 18 側から観察した場合においても、各層 11～18 および透明基板 100 を透過して透明基板 100 の裏面側に形成された n 電極 3 の突出部の一部および幅の広い部分の一部を見ることができる。このため、p-GaN コンタクト層 18 側から観察した場合においても、n 電極 3 の突出部側すなわち素子の前側を容易に確認することができる。したがって、p-GaN コンタクト層 18 側から観察した場合においては、透過して見える n 電極 3 の形状に基づいて素子の前後の向きを容易にかつ正確に識別することが可能である。

## 【0088】

以上のように、本例の半導体レーザ素子 501 においては、p-GaN コンタクト層 18 側および透明基板 100 の裏面側のいずれの側から観察した場合においても、n 電極 3 の形状に基づいて、素子の前後の向きを容易にかつ正確に識別することが可能となる。

## 【0089】

さらに、このような半導体レーザ素子501においては、n電極3およびp電極4の形状が異なることから、これらの電極3、4の形状に基づいて、素子の裏表を識別することが可能となる。

## 【0090】

このような半導体レーザ素子501を用いた半導体レーザ装置においては、半導体レーザ素子501の前後の向きを容易にかつ正確に識別し、これを正しい向きでサブマウント等に配置して装置の組み立てを行うことが可能となる。このため、半導体レーザ装置の組み立て工程における歩留まりが向上する。

## 【0091】

また、この場合においては、素子の前後の向きの識別に時間がかからないため、組み立て工程におけるタクトタイムを短縮することが可能である。それにより、半導体レーザ装置の組み立て工程における作業効率が向上する。

## 【0092】

以上のことから、上記の半導体レーザ素子501を用いた半導体レーザ装置においては、製造効率の向上が図られるとともに、製造コストの低減化が図られる。

## 【0093】

図5は、本発明に係る半導体レーザ素子の第3の例を示す模式的な透視斜視図である。図5に示す半導体レーザ素子502は、以下の点を除いて、図1に示す半導体レーザ素子500と同様の構造を有する。

## 【0094】

図5に示すように、半導体レーザ素子502においては、透明基板100の裏面の所定領域上に四角形状を有するn電極5が形成されている。なお、この場合においては、ストライプ領域19aの端部近傍にn電極5が形成されていない。このようなn電極5においては、素子の前後方向における区別はない。

## 【0095】

一方、p-GaNコンタクト層18上においては、ストライプ領域19a全体を被覆するとともに、このストライプ領域19aの一部を含む凸型形状の領域を



被覆するように p 電極 6 が形成されている。

【0096】

ここで、本例の半導体レーザ素子 502 においては、p 電極 6 の突出部が形成された端面 A 側が素子の前側（レーザ光の出射側）に相当し、p 電極 6 の幅の広い部分が形成された端面 B 側が素子の後ろ側（出射側と対向する側）に相当する。

【0097】

以上のように、本例の半導体レーザ素子 502 においては、n 電極 5 および p 電極 6 の形状が異なっており、さらに、p 電極 6 が共振器長方向において非対称な形状を有する。

【0098】

なお、n 電極 5 および p 電極 6 の材料については、n 電極 1 および p 電極 2 の材料と同様である。

【0099】

図 6 は、半導体レーザ素子 502 における n 電極 5 と p 電極 6 との位置関係を示すための模式的な平面図である。図 6 (a) は、図 2 (a) の場合と同様、半導体レーザ素子 502 を p-GaN コンタクト層 18 側から観察した場合の図である。また、図 6 (b) は、図 2 (b) の場合と同様、半導体レーザ素子 502 を透明基板 100 の裏面側から観察した場合の図である。

【0100】

上記の半導体レーザ素子 502 においては、各層 11～18 および透明基板 100 が透明であり、また、n 電極 5 および p 電極 6 の形状が異なっている。このため、図 6 (a) に示すように、半導体レーザ素子 502 を p-GaN コンタクト層 18 側から観察した場合には、p 電極 6 を直に観察することができるとともに、反対側すなわち透明基板 100 の裏面側に形成された n 電極 5 の所定部分（図中の斜線部分）を各層 11～18 および透明基板 100 を透過して観察することができる。

【0101】

なお、この場合に観察される n 電極 5 の所定部分とは、p 電極 6 の形状と一致

していないn電極5の部分、すなわちp電極形成領域からはみ出したn電極5の部分である。ここでは、端面A側においてn電極5の一部を観察することができる。

#### 【0102】

一方、図6（b）に示すように、半導体レーザ素子502を透明基板100の裏面側から観察した場合には、n電極5を直に観察することができるとともに、反対側すなわちp-GaNコンタクト層18側に形成されたp電極6の所定部分（図中の斜線部分）を透明基板100および各層11～18を透過して観察することができる。

#### 【0103】

なお、この場合に観察されるp電極6の所定部分とは、n電極5の形状と一致していないp電極6の部分、すなわちn電極形成領域からはみ出したp電極6の部分である。ここでは、ストライプ領域19aの端部近傍においてp電極6を観察することができるとともに、端面A側においてp電極6の突出部の一部を観察でき、さらに端面B側においてp電極6の幅の広い部分の一部を観察することができる。

#### 【0104】

前述のように、上記の半導体レーザ素子502においては、凸型形状を有するp電極6の突出部が形成されている側（端面A側）が素子の前側に相当し、かつp電極6の幅の広い部分が形成されている側（端面B側）が素子の後ろ側に相当する。

#### 【0105】

このような半導体レーザ素子502においては、図6（a）に示すように、p-GaNコンタクト層18側から見た際に、p電極6の突出部側すなわち素子の前側を直接確認することができる。したがって、p-GaNコンタクト層18側から観察した場合においては、p電極6の形状に基づいて素子の前後の向きを容易にかつ正確に識別することが可能である。

#### 【0106】

さらに、半導体レーザ素子502においては、図6（b）に示すように、透明

基板 1 0 0 の裏面側から観察した場合においても、透明基板 1 0 0 および各層 1 1 ~ 1 8 を透過して、p-GaN コンタクト層 1 8 側に形成された p 電極 6 の突出部の一部および幅の広い部分の一部を見ることができる。このため、透明基板 1 0 0 側から観察した場合においても、p 電極 6 の突出部側すなわち素子の前側を容易に確認することができる。したがって、透明基板 1 0 0 の裏面側から観察した場合においては、透過して見える p 電極 6 の形状に基づいて、素子の前後の向きを容易にかつ正確に識別することが可能である。

【0 1 0 7】

以上のように、本例の半導体レーザ素子 5 0 2 においては、p-GaN コンタクト層 1 8 側および透明基板 1 0 0 の裏面側のいずれの側から観察した場合においても、p 電極 6 の形状に基づいて、素子の前後の向きを容易にかつ正確に識別することが可能となる。

【0 1 0 8】

さらに、半導体レーザ素子 5 0 2 においては、n 電極 5 および p 電極 6 の形状が異なることから、これらの電極 5, 6 の形状に基づいて、素子の裏表を識別することが可能となる。

【0 1 0 9】

このような半導体レーザ素子 5 0 2 を用いた半導体レーザ装置においては、半導体レーザ素子 5 0 2 の前後の向きを容易にかつ正確に識別し、これを正しい向きでサブマウント等に配置して装置の組み立てを行うことが可能となる。このため、半導体レーザ装置の組み立て工程における歩留まりが向上する。

【0 1 1 0】

また、この場合においては、素子の前後の向きの識別に時間がかからないため、組み立て工程におけるタクトタイムを短縮することが可能である。それにより、半導体レーザ装置の組み立て工程における作業効率が向上する。

【0 1 1 1】

以上のことから、上記の半導体レーザ素子 5 0 2 を用いた半導体レーザ装置においては、製造効率の向上が図られるとともに、製造コストの低減化が図られる。

## 【0 1 1 2】

図 7 は、本発明に係る半導体レーザ素子の第 4 の例を示す模式的な透視斜視図である。図 7 に示す半導体レーザ素子 5 0 3 は、以下の点を除いて、図 1 に示す半導体レーザ素子 5 0 0 と同様の構造を有する。

## 【0 1 1 3】

図 7 に示すように、半導体レーザ素子 5 0 3 においては、透明基板 1 0 0 の裏面の所定領域上に凸型形状を有する n 電極 7 が形成されている。なお、この場合においては、ストライプ領域 1 9 a の端部近傍に n 電極 7 が形成されていない。

## 【0 1 1 4】

一方、p-GaN コンタクト層 1 8 上には、ストライプ領域 1 9 a 全体を被覆するとともに、このストライプ領域 1 9 a の一部を含む凸型形状の領域を被覆するように p 電極 8 が形成されている。

## 【0 1 1 5】

なお、この場合においては、n 電極 7 および p 電極 8 がともに凸型形状を有しているが、n 電極 7 の突出部の幅の方が p 電極 8 の突出部の幅に比べて小さくなっている。

## 【0 1 1 6】

ここで、本例の半導体レーザ素子 5 0 3 においては、n 電極 7 および p 電極 8 の突出部が形成された端面 A 側が素子の前側（レーザ光の出射側）に相当し、n 電極 7 および p 電極 8 の幅の広い部分が形成された端面 B 側が素子の後ろ側（出射側と対向する側）に相当する。

## 【0 1 1 7】

このように、本例の半導体レーザ素子 5 0 3 においては、n 電極 7 および p 電極 8 の形状が異なっており、さらに、n 電極 7 および p 電極 8 がそれぞれ共振器長方向において非対称な形状を有する。

## 【0 1 1 8】

なお、n 電極 7 および p 電極 8 の材料については、n 電極 1 および p 電極 2 の材料と同様である。

## 【0 1 1 9】

図 8 は、半導体レーザ素子 5 0 3 における n 電極 7 と p 電極 8 との位置関係を示すための模式的な平面図である。図 8 ( a ) は、図 2 ( a ) の場合と同様、半導体レーザ素子 5 0 3 を p - G a N コンタクト層 1 8 側から観察した場合の図である。また、図 8 ( b ) は、図 2 ( b ) の場合と同様、半導体レーザ素子 5 0 3 を透明基板 1 側から観察した場合の図である。

#### 【 0 1 2 0 】

図 8 ( a ) に示すように、半導体レーザ素子 5 0 3 を p - G a N コンタクト層 1 8 側から観察した場合においては、 p 電極 8 を直に観察することができる。なお、この場合においては、反対側すなわち透明基板 1 0 0 の裏面側に形成された n 電極 7 が p 電極 8 の形成領域内に納まっている。このため、 p - G a N コンタクト層 1 8 側から観察した場合においては n 電極 7 は観察されない。

#### 【 0 1 2 1 】

一方、図 8 ( b ) に示すように、半導体レーザ素子 5 0 3 を透明基板基板 1 0 0 の裏面側から観察した場合においては、 n 電極 7 を直に観察することができる。とともに、反対側すなわち p - G a N コンタクト層 1 8 側に形成された p 電極 8 の所定部分 ( 図中の斜線部分 ) を透明基板 1 0 0 および各層 1 1 ~ 1 8 を透過して観察することができる。

#### 【 0 1 2 2 】

なお、この場合に観察される p 電極 8 の所定部分とは、 n 電極 7 の形状と一致していない p 電極 8 の部分、すなわち n 電極形成領域からはみ出した p 電極の部分である。ここでは、ストライプ領域 1 9 a の端部近傍において p 電極 8 を観察することができる。とともに、端面 A 側において p 電極 8 の突出部の一部を観察することができる。

#### 【 0 1 2 3 】

前述のように、上記の半導体レーザ素子 5 0 3 においては、凸型形状を有する n 電極 7 および p 電極 8 の突出部が形成されている側が素子の前側に相当し、かつ n 電極 7 および p 電極 8 の幅の広い部分が形成されている方が素子の後ろ側に相当する。

#### 【 0 1 2 4 】

このような半導体レーザ素子 5 0 3 においては、図 8 ( a ) に示すように、 p - G a N コンタクト層 1 8 側から見た際に、 p 電極 8 の突出部側すなわち素子の前側を直接確認することができる。したがって、 p - G a N コンタクト層 1 8 側から観察した場合においては、 p 電極 8 の形状に基づいて素子の前後の向きを容易にかつ正確に識別することができる。

## 【 0 1 2 5 】

さらに、半導体レーザ素子 5 0 3 においては、図 8 ( b ) に示すように、透明基板 1 0 0 の裏面側から見た際に、 n 電極 7 の突出部側すなわち素子の前側を直接確認することができる。したがって、透明基板 1 0 0 の裏面側から観察した場合においては、 n 電極 7 の形状に基づいて素子の前後の向きを容易にかつ正確に識別することができる。

## 【 0 1 2 6 】

以上のように、半導体レーザ素子 5 0 3 においては、透明基板 1 0 0 の裏面側および p - G a N コンタクト層 1 8 側のいずれの側から観察した場合においても、 n 電極 7 および p 電極 8 の形状に基づいて素子の前後の向きを容易にかつ確実に識別することが可能となる。

## 【 0 1 2 7 】

さらに、半導体レーザ素子 5 0 3 においては、 n 電極 7 および p 電極 8 の形状が異なることから、これらの電極 7 , 8 の形状に基づいて、素子の裏表を容易に識別することが可能となる。

## 【 0 1 2 8 】

このような半導体レーザ素子 5 0 3 を用いた半導体レーザ装置においては、半導体レーザ素子 5 0 3 の前後の向きを容易にかつ正確に識別し、これを正しい向きでサブマウント等に配置して装置の組み立てを行うことが可能となる。したがって、半導体レーザ装置の組み立て工程における歩留まりが向上する。

## 【 0 1 2 9 】

また、この場合においては、素子の前後の向きの識別に時間がかからないため、組み立て工程におけるタクトタイムを短縮することが可能である。それにより、半導体レーザ装置の組み立て工程における作業効率が向上する。

## 【0 1 3 0】

以上のことから、上記の半導体レーザ素子 5 0 3 を用いた半導体レーザ装置においては、製造効率の向上が図られるとともに、製造コストの低減化が図られる。

## 【0 1 3 1】

図 9 は、本発明に係る半導体レーザ素子の第 5 の例を示す模式的な透視斜視図である。図 9 に示す半導体レーザ素子 5 0 4 は、n 電極 9 および p 電極 1 0 が同一形状を有する点を除いて、図 7 および図 8 の半導体レーザ素子 5 0 3 と同様の構造を有する。

## 【0 1 3 2】

ここで、本例の半導体レーザ素子 5 0 4 においては、凸型形状を有する n 電極 9 および p 電極 1 0 の突出部が形成された端面 A 側が素子の前側（レーザ光の出射側）に相当し、n 電極 9 および p 電極 1 0 の幅の広い部分が形成された端面 B 側が素子の後ろ側（出射側と対向する側）に相当する。

## 【0 1 3 3】

このように、本例の半導体レーザ素子 5 0 4 においては、n 電極 9 および p 電極 1 0 が同一形状を有しており、さらに、n 電極 9 および p 電極 1 0 は共振器長方向において非対称な形状を有する。

## 【0 1 3 4】

なお、n 電極 9 および p 電極 1 0 の材料については、n 電極 1 および p 電極 2 の材料と同様である。

## 【0 1 3 5】

図 1 0 は、半導体レーザ素子 5 0 4 における n 電極 9 と p 電極 1 0 との位置関係を示すための模式的な平面図である。図 1 0 (a) は、図 2 (a) の場合と同様、半導体レーザ素子 5 0 4 を p - G a N コンタクト層 1 8 側から観察した場合の図である。また、図 1 0 (b) は、図 2 (b) の場合と同様、半導体レーザ素子 5 0 4 を透明基板 1 0 0 の裏面側から観察した場合の図である。

## 【0 1 3 6】

上記の半導体レーザ素子 5 0 4 においては、前述のように n 電極 9 と p 電極 1

0 とが同一の形状を有する。このため、図 1 0 ( a ) , ( b ) に示すように、 $p$ -GaN コンタクト層 1 8 側および透明基板 1 0 0 の裏面側のいずれの側から観察した場合においても、反対側に形成された電極が透過して観察されることはない。

【 0 1 3 7 】

すなわち、図 1 0 ( a ) に示すように、 $p$ -GaN コンタクト層 1 8 側から観察した場合においては  $p$  電極 1 0 が直接観察されるのみであり、また、図 1 0 ( b ) に示すように、透明基板 1 0 0 の裏面側から観察した場合においては  $n$  電極 9 が直接観察されるのみである。

【 0 1 3 8 】

前述のように、上記の半導体レーザ素子 5 0 4 においては、凸型形状を有する  $n$  電極 9 および  $p$  電極 1 0 の突出部が形成されている側（端面 A 側）が素子の前側に相当し、かつ  $n$  電極 9 および  $p$  電極 1 0 の幅の広い部分が形成されている方が素子の後ろ側に相当する。

【 0 1 3 9 】

このような半導体レーザ素子 5 0 4 においては、図 1 0 ( a ) に示すように、 $p$ -GaN コンタクト層 1 8 側から見た際に、 $p$  電極 1 0 の突出部側すなわち素子の前側を直接確認することができる。したがって、 $p$ -GaN コンタクト層 1 8 側から観察した場合においては、 $p$  電極 1 0 の形状に基づいて素子の前後の向きを容易にかつ正確に識別することができる。

【 0 1 4 0 】

さらに、半導体レーザ素子 5 0 4 においては、図 1 0 ( b ) に示すように、透明基板 1 0 0 の裏面側から見た際に、 $n$  電極 9 の突出部側すなわち素子の前側を直接確認することができる。したがって、透明基板 1 0 0 の裏面側から観察した場合においては、 $n$  電極 9 の形状に基づいて素子の前後の向きを容易にかつ正確に識別することができる。

【 0 1 4 1 】

以上のように、半導体レーザ素子 5 0 4 においては、透明基板 1 0 0 の裏面側および  $p$ -GaN コンタクト層 1 8 側のいずれの側から観察した場合においても



、n電極9およびp電極10の形状に基づいて素子の前後の向きを容易にかつ確実に識別することが可能となる。

【0142】

このような半導体レーザ素子504を用いた半導体レーザ装置においては、半導体レーザ素子504の前後の向きを容易にかつ正確に識別し、これを正しい向きでサブマウント等に配置して装置の組み立てを行うことが可能となる。したがって、半導体レーザ装置の組み立て工程における歩留まりが向上する。

【0143】

また、この場合においては、素子の前後の向きの識別に時間がかからないため、組み立て工程におけるタクトタイムを短縮することが可能である。それにより、半導体レーザ装置の組み立て工程における作業効率が向上する。

【0144】

以上のことから、上記の半導体レーザ素子504を用いた半導体レーザ装置においては、製造効率の向上が図られるとともに、製造コストの低減化が図られる。

【0145】

なお、上記の半導体レーザ素子504においては、同一形状を有するn電極9およびp電極10が同一位置に形成されているため、n電極9およびp電極10に基づいて素子の裏表を識別することは困難である。これに対して、同一形状を有するn電極およびp電極であっても、その形成位置をずらすことにより、電極の形成位置から素子の裏表を識別することが可能となる。この場合について、以下に説明する。

【0146】

図11は、本発明に係る半導体レーザ素子の第6の例を示す模式的な平面図である。図11(a)は、図2(a)の場合と同様、本例の半導体レーザ素子505をp-GaNコンタクト層側から観察した場合の図である。また、図11(b)は、図2(b)の場合と同様、本例の半導体レーザ素子505を透明基板100の裏面側から観察した場合の図である。

【0147】

なお、図 1 1 に示す半導体レーザ素子 5 0 5 は、n 電極 1 1 1 および p 電極 1 1 2 の形状および形成位置を除いて、図 1 の半導体レーザ素子 5 0 0 と同様の構造を有する。

【0 1 4 8】

図 1 1 (a), (b) に示すように、本例の半導体レーザ素子 5 0 5 においては同一形状を有する n 電極 1 1 1 および p 電極 1 1 2 が形成されている。この場合、n 電極 1 1 1 および p 電極 1 1 2 の形状においては、共振器長方向における前後の区別がない。

【0 1 4 9】

ここで、本例の半導体レーザ素子 5 0 5 においては、p 電極 1 1 2 が、p-GaN コンタクト層 1 8 において端面 A 側に片寄った位置に形成されている。したがって、この場合においては、p 電極 1 1 2 が配置された端面 A 側が素子の前側（レーザ光の出射側）に相当し、p 電極 1 1 2 が配置されていない端面 B 側が素子の後ろ側（出射側と対向する側）に相当する。

【0 1 5 0】

なお、この場合においては、n 電極 1 1 1 は透明基板 1 0 0 の中央に配置されている。したがって、n 電極 1 1 1 の配置により素子の前後の向きを区別することはできない。

【0 1 5 1】

このような半導体レーザ素子 5 0 5 を p-GaN コンタクト層 1 8 側から観察した場合においては、図 1 1 (a) に示すように、p 電極 1 1 2 を直に観察することができるとともに、反対側すなわち透明基板 1 0 0 の裏面側に形成された n 電極 1 1 1 の所定部分（図中の斜線部分）を各層 1 1 ~ 1 8 および透明基板 1 0 0 を透過して観察することができる。

【0 1 5 2】

なお、この場合に観察される n 電極 1 1 1 の所定部分とは、p 電極形成領域と一致していない n 電極 1 1 1 の部分、すなわち p 電極 1 1 2 が配置されていない領域の下方に形成された n 電極 1 1 1 の部分である。ここでは、端面 B 側において n 電極 1 1 1 の一部が観察される。

## 【 0 1 5 3 】

一方、図 1 1 ( b ) に示すように、透明基板 1 0 0 の裏面側から半導体レーザ素子 5 0 5 を観察した場合においては、 n 電極 1 1 1 を直に観察することができるとともに、反対側すなわち p - G a N コンタクト層 1 8 側に形成された p 電極 1 1 2 の所定部分（図中の斜線部分）を透明基板 1 0 0 および各層 1 1 ～ 1 8 を透過して観察することができる。

## 【 0 1 5 4 】

なお、この場合に観察される p 電極 1 1 2 の所定部分とは、 n 電極形成領域と一致していない p 電極 1 1 2 の部分、すなわち n 電極が配置されていない領域の上方に形成された p 電極 1 1 2 の部分である。ここでは、端面 A 側において p 電極 1 1 2 の一部が観察される。

## 【 0 1 5 5 】

前述のように、上記の半導体レーザ素子 5 0 5 においては、 p 電極 1 1 2 が配置された側（端面 A 側）が素子の前側に相当し、かつ p 電極 2 が配置されていない側（端面 B 側）が素子の後ろ側に相当する。

## 【 0 1 5 6 】

このような半導体レーザ素子 5 0 5 を p - G a N コンタクト層 1 8 側から観察した場合においては、図 1 1 ( a ) に示すように、 p 電極 1 1 2 が配置されている側を直接確認することができる。また、この場合においては、 p 電極 1 1 2 が配置されていない領域において反対側に形成された n 電極 1 1 1 を見ることができることからも、 p 電極 1 1 2 が配置されている側を確認することができる。このように、半導体レーザ素子 5 0 5 を p - G a N コンタクト層 1 8 側から観察した場合においては、 p 電極 1 1 2 が配置されている側を直接確認することができる。したがって、 p 電極 1 1 2 の配置された位置に基づいて素子の前後の向きを容易にかつ正確に識別することが可能となる。

## 【 0 1 5 7 】

また、透明基板 1 0 0 の裏面側から観察した場合においては、図 1 1 ( b ) に示すように、透明基板 1 0 0 および各層 1 1 ～ 1 8 を透過して反対側（ p - G a N コンタクト層側）に形成された p 電極 1 1 2 を見ることができる。このため、

この場合においても、p電極112が配置された側を容易に確認することができる。したがって、透明基板100側から観察した場合においても、p電極112の配置された位置に基づいて素子の前後の向きを容易にかつ正確に識別することが可能となる。

【0158】

このように、上記の半導体レーザ素子505においては、p-GaNコンタクト層18側および透明基板100の裏面側のいずれの側から観察した場合においても、p電極112の配置された位置に基づいて、素子の前後の向きを容易にかつ正確に識別することが可能である。

【0159】

このような半導体レーザ素子505を用いた半導体レーザ装置においては、半導体レーザ素子505の前後の向きを容易にかつ正確に識別し、これを正しい向きでサブマウント等に配置して装置の組み立てを行うことが可能となる。したがって、半導体レーザ装置の組み立て工程における歩留まりが向上する。

【0160】

また、この場合においては、素子の前後の向きの識別に時間がかからないため、組み立て工程におけるタクトタイムを短縮することが可能である。それにより、半導体レーザ装置の組み立て工程における作業効率が向上する。

【0161】

以上のことから、上記の半導体レーザ素子505を用いた半導体レーザ装置においては、製造効率の向上が図られるとともに、製造コストの低減化が図られる。

【0162】

上記の半導体レーザ素子500～505において、各層11～18の構成は上記に限定されるものではない。各層11～18は、Al、Ga、In、BおよびTlの少なくとも1つを含む窒化物系半導体から構成されている。

【0163】

また、上記の半導体レーザ素子500～505において、n電極1, 3, 5, 7, 9, 11およびp電極2, 4, 6, 8, 10, 12の形状は上記の形状に限

定されるものではない。なお、透明基板 1 0 0 と n 電極との間および p - G a N コンタクト層 1 8 と p 電極との間において良好なオーミック接触を得る上では、n 電極および p 電極の面積が大きい方が好ましい。

【0 1 6 4】

上記においては、透明基板上に n 型層および p 型層を順に形成する場合について説明したが、透明基板上に p 型層および n 型層を順に形成してもよい。

【0 1 6 5】

さらに、上記においては埋め込み型のリッジストライプ構造を有する半導体レーザ素子について説明したが、本発明を S i O<sub>2</sub> 等の絶縁膜を電流ブロック層として採用したリッジストライプ構造およびセルフアライン型構造等、他の構造を有する半導体レーザ素子等に適用してもよい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る半導体レーザ素子の第 1 の例を示す模式的な透視斜視図である。

【図 2】

図 1 の半導体レーザ素子を p - G a N コンタクト層側から観察した場合および透明基板側から観察した場合の模式的な平面図である。

【図 3】

本発明に係る半導体レーザ素子の第 2 の例を示す模式的な透視斜視図である。

【図 4】

図 2 の半導体レーザ素子を p - G a N コンタクト層側から観察した場合および透明基板側から観察した場合の模式的な平面図である。

【図 5】

本発明に係る半導体レーザ素子の第 3 の例を示す模式的な透視斜視図である。

【図 6】

図 5 の半導体レーザ素子を p - G a N コンタクト層側から観察した場合および透明基板側から観察した場合の模式的な平面図である。

【図 7】

本発明に係る半導体レーザ素子の第 4 の例を示す模式的な透視斜視図である。

【図 8】

図 7 の半導体レーザ素子を  $p-GaN$  コンタクト層側から観察した場合および透明基板側から観察した場合の模式的な平面図である。

【図 9】

本発明に係る半導体レーザ素子の第 5 の例を示す模式的な透視斜視図である。

【図 1 0】

図 9 の半導体レーザ素子を  $p-GaN$  コンタクト層側から観察した場合および透明基板側から観察した場合の模式的な平面図である。

【図 1 1】

本発明に係る半導体レーザ素子の第 6 の例を  $p-GaN$  コンタクト層側から観察した場合および透明基板側から観察した場合の模式的な平面図である。

【図 1 2】

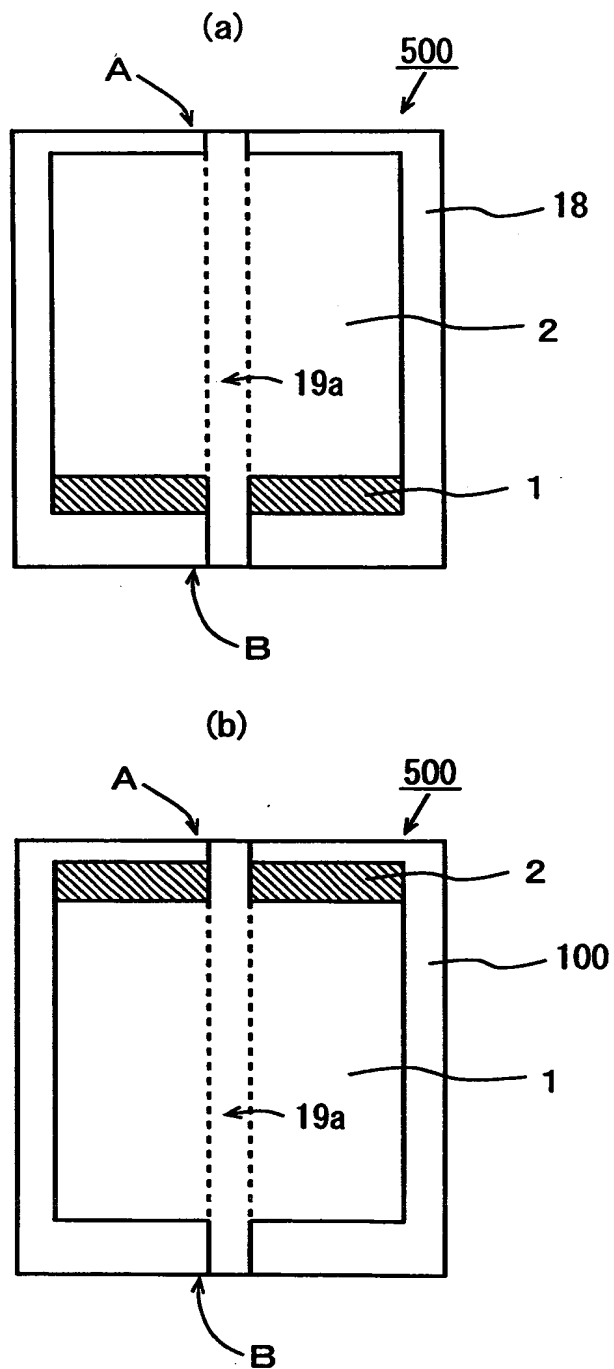
従来の  $GaN$  系半導体レーザ素子の例を示す模式的な透視斜視図である。

【符号の説明】

- 1, 3, 5, 7, 9     $n$  電極
- 2, 4, 6, 8, 10     $p$  電極
- 11     $n-AlGaIn$  クラッド層
- 12     $n-GaN$  光ガイド層
- 13    MQW 活性層
- 14     $p-GaN$  キャップ層
- 15     $p-GaN$  光ガイド層
- 16     $p-AlGaIn$  クラッド層
- 17     $n-AlGaIn$  電流ブロック層
- 18     $p-GaN$  コンタクト層
- 19    リッジ部
- 19a    ストライプ領域
- 100    透明基板
- 500～504    半導体レーザ素子

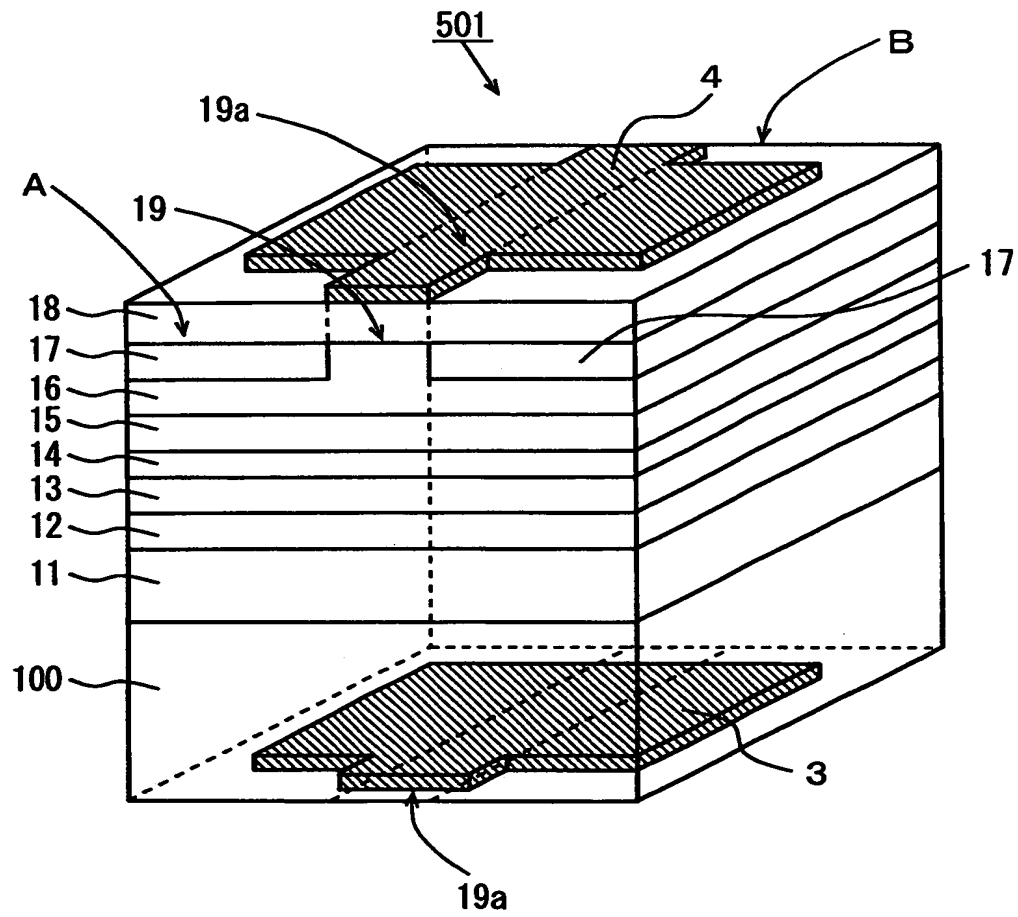


【図 2】

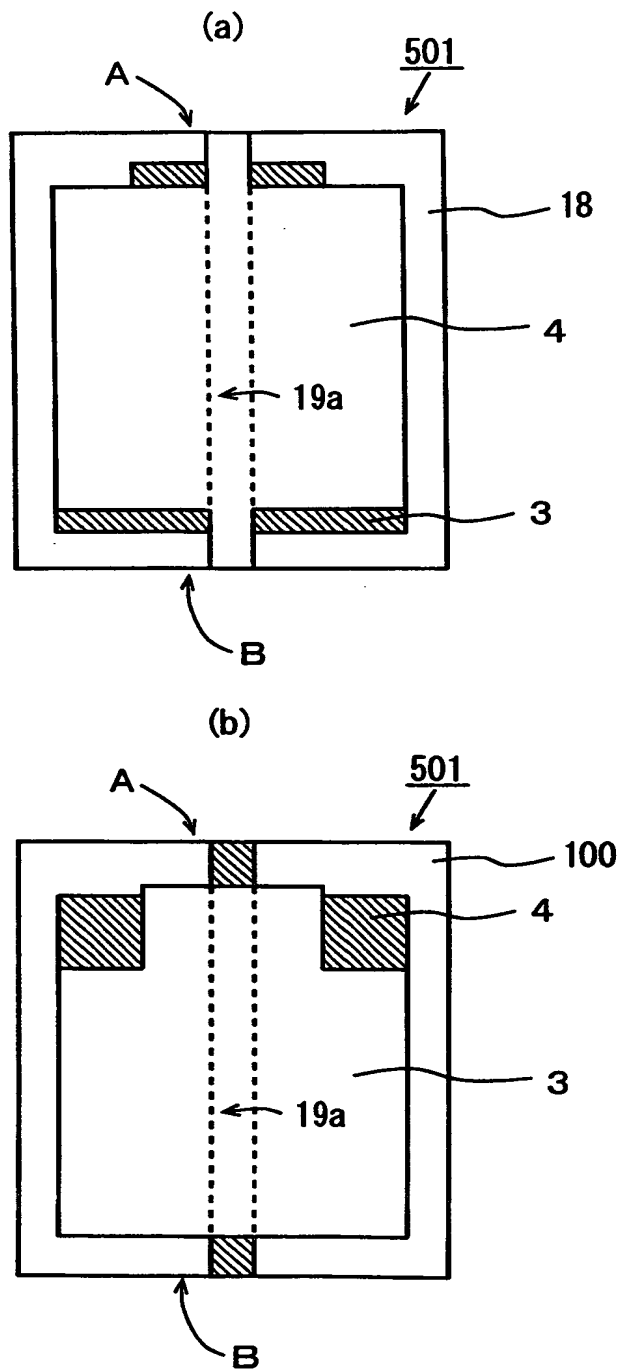




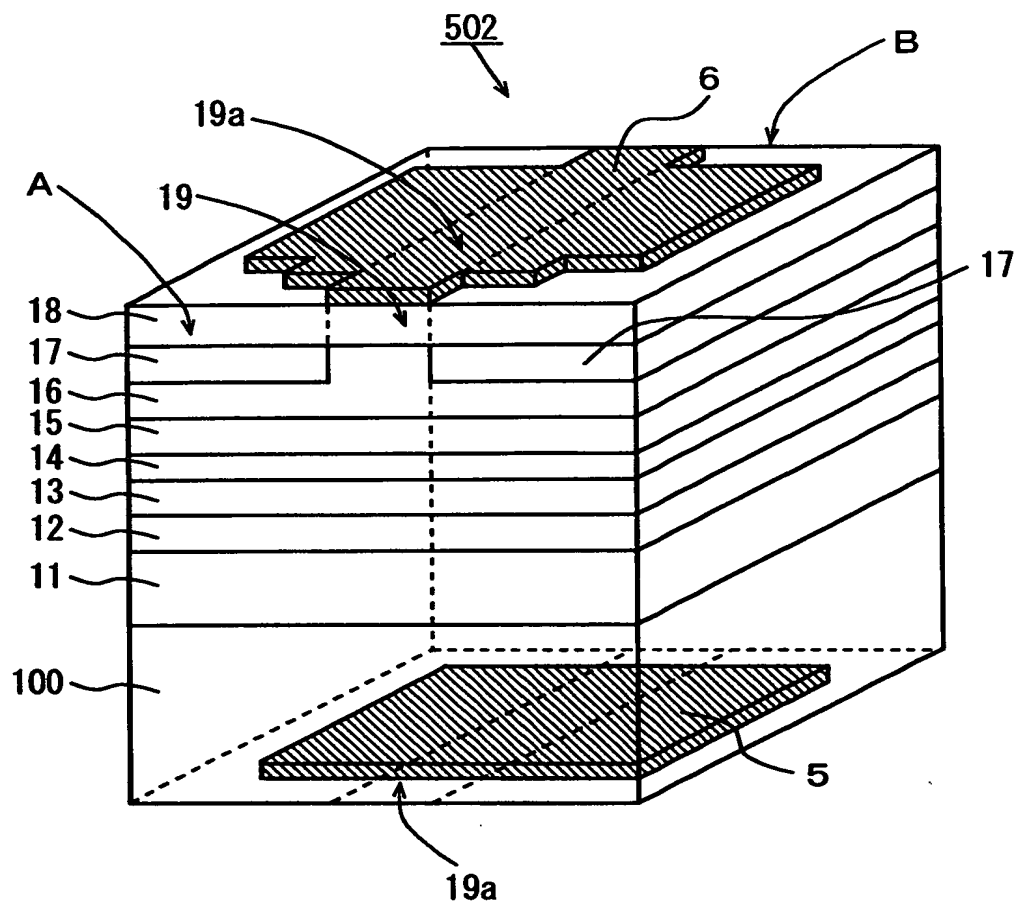
【図 3】



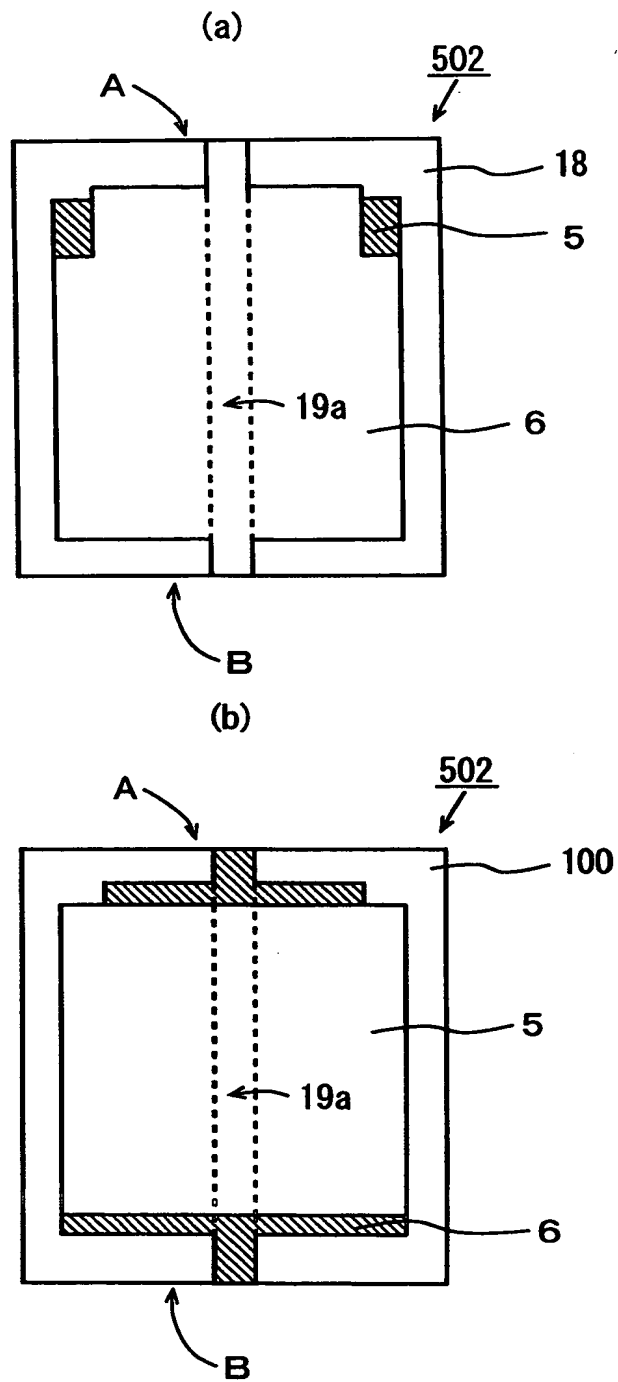
【図 4】



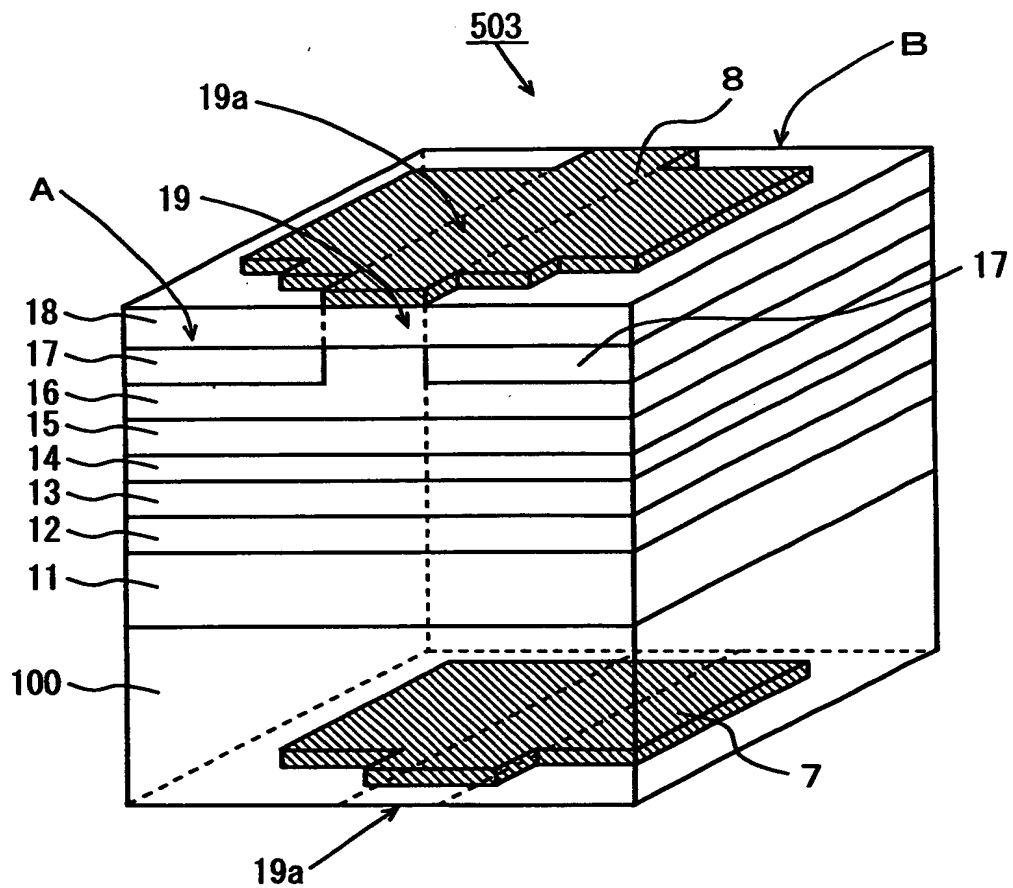
【図 5】



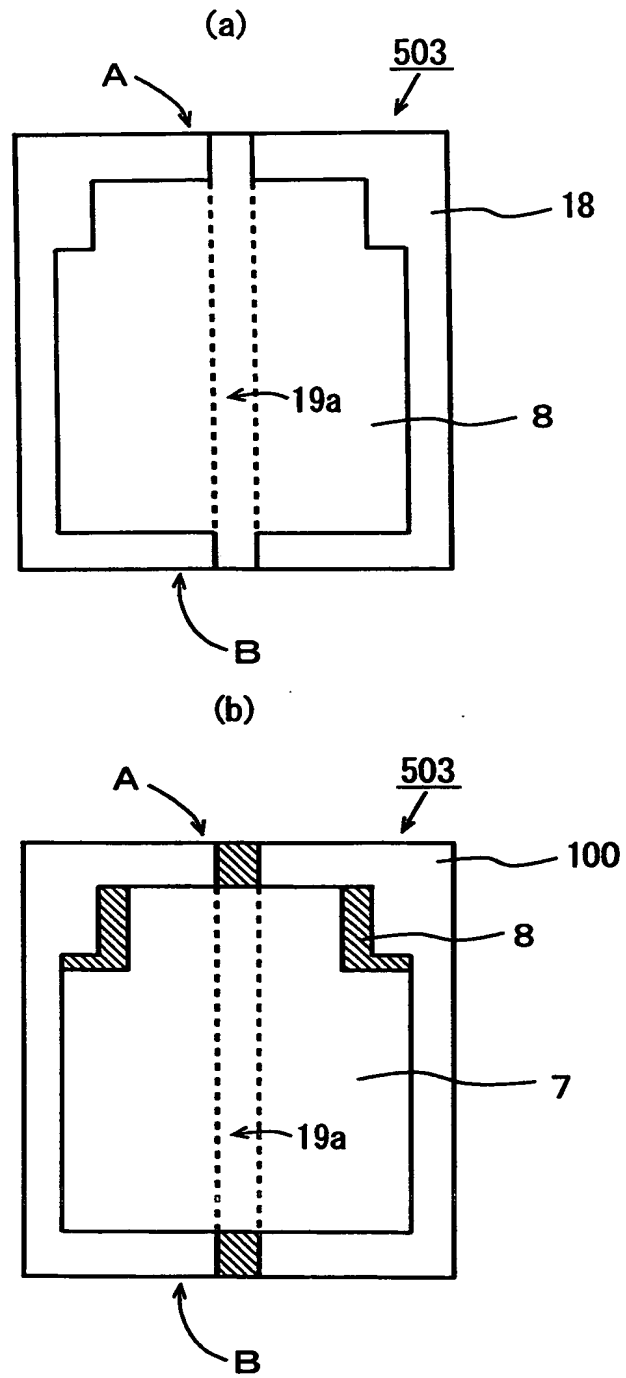
【図 6】



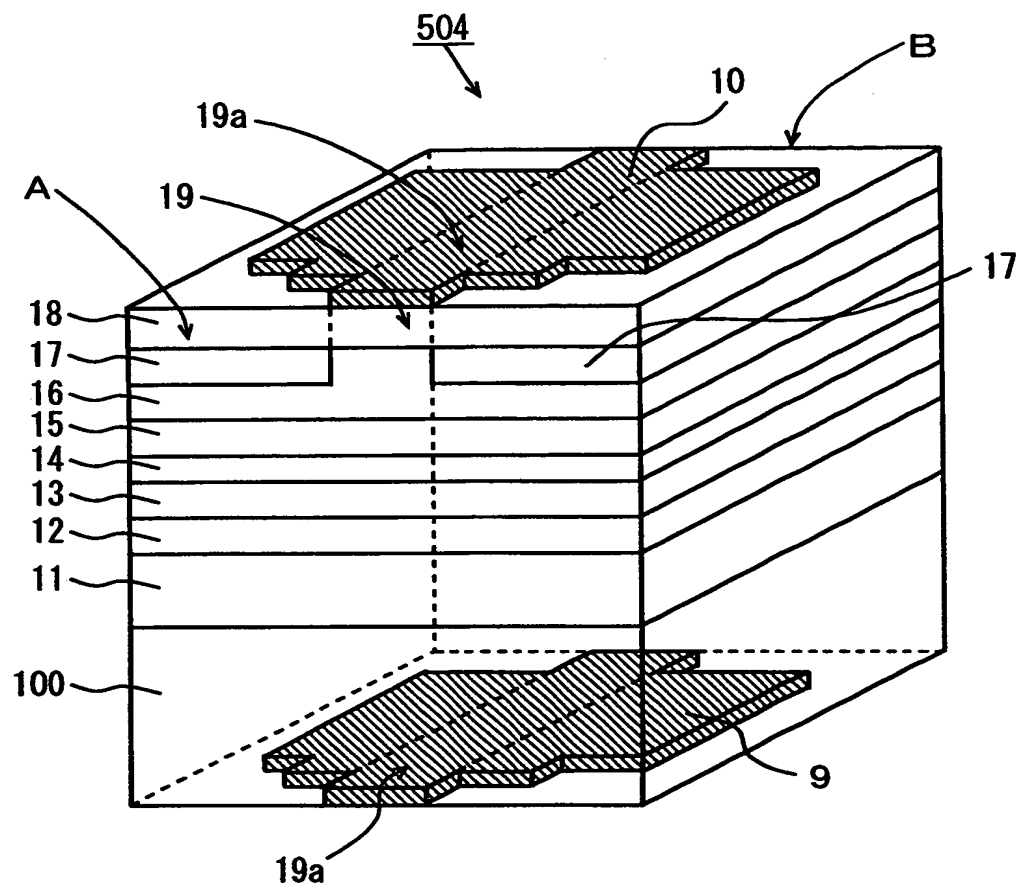
【図 7】



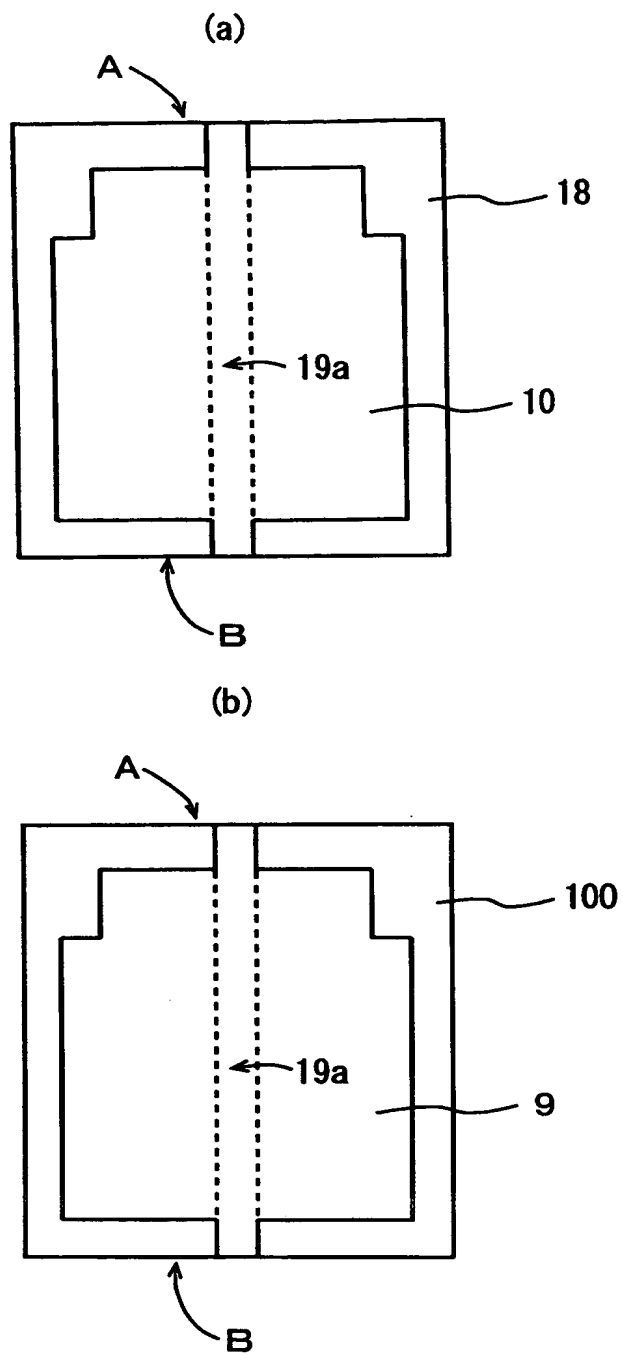
【図 8】



【図 9】

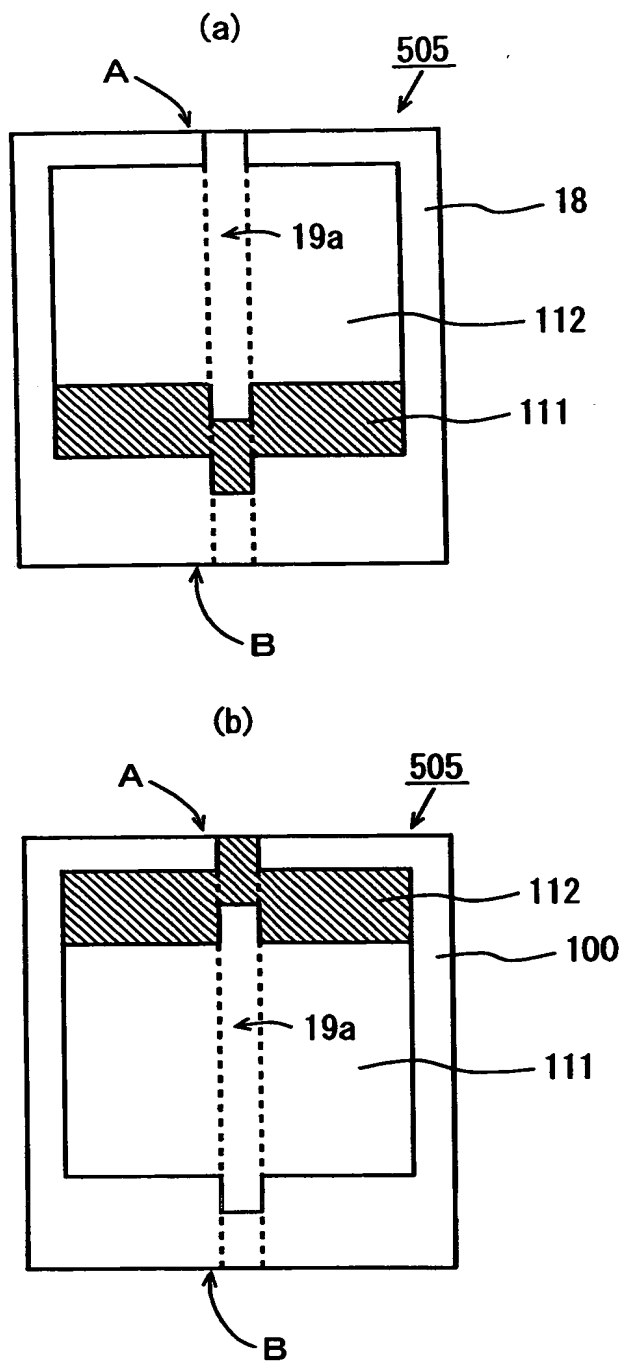


【図10】

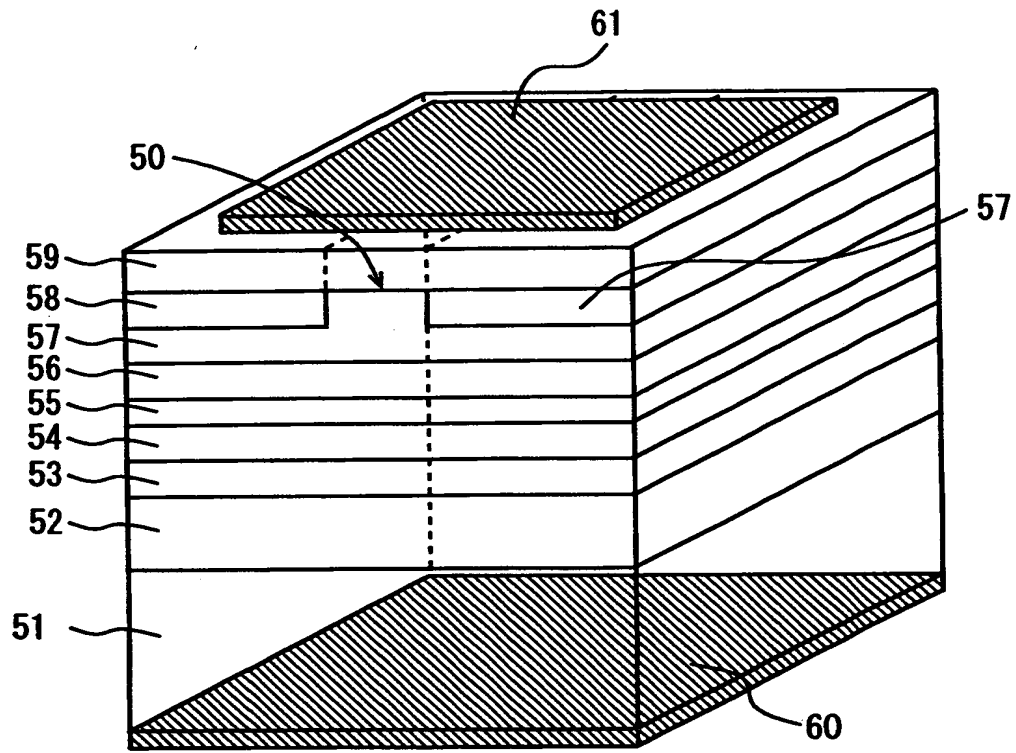




【図 1 1】



【図 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 共振器長方向における前後の向きの識別が容易に可能な窒化物系半導体素子およびその製造方法を提供することである。

【解決手段】 半導体レーザ素子 5 0 1 は、透明基板 1 0 0 の一方の面上に n - クラッド層 1 1、n - 光ガイド層 1 2、MQW 活性層 1 3、p - キャップ層 1 4、p - 光ガイド層 1 5、p - クラッド層 1 6、n - 電流ブロック層 1 7 および p - コンタクト層 1 8 が順に積層されてなる。p - コンタクト層 1 8 の所定領域上には p 電極 4 が形成されている。透明基板 1 0 0 の他方の面は、凸型形状を有する n 電極 3 が形成されている。この場合、n 電極 3 の突出部が配置された側が素子の前側（レーザ光の出射側）に相当する。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001889]

1. 変更年月日	1993年10月20日
[変更理由]	住所変更
住 所	大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
氏 名	三洋電機株式会社